

材料月报

第 7 期

太原理工大学材料学院 主办

2018 年 11 月 20 日

要 目

P4 无中生有！自然界不存在的全新材料

美国华盛顿大学医学院生物化学教授戴维·贝克带领的团队首次从头开始，设计和制造出自组装蛋白丝。该项研究将有助科学家更好地了解天然蛋白丝的结构和力学特征，并制造出自然界中不存在的全新材料，研究成果已发表于《Science》上。

P5 梯度纳米孪晶实现超级强化

最近，中国科学院金属研究所卢磊研究员课题组和美国布朗大学高华健教授研究组合作报道梯度纳米孪晶实现超级强化的最新发现及其原子尺度机制，该成果 2018 年 11 月 2 日在线发表在《Science》上。

P6 高性能液晶高分子的 3D 打印

近期瑞士苏黎世联邦理工学院的研究者报道了一种通过 3D 打印技术获得兼具高韧性、高刚度和高强度的可回收轻质聚合物结构的方法。相关结果发表在《Nature》上。

P8 高熵合金强度与延展性可兼得

北京科技大学新金属材料国家重点实验室吕昭平教授团队打破人们对传统间隙固溶强化的认知，并提出了一种设计高强度高塑性金属材料的新的合金设计思路，研究结果发表在《Nature》上。

目 录

科研进展

- P1 复旦大学发现一种新型二维材料
- P2 MOF 选择性分离乙烷/乙烯
- P3 华科绿色照明重要进展
- P4 无中生有！自然界不存在的全新材料
- P5 梯度纳米孪晶实现超级强化
- P6 高性能液晶高分子的 3D 打印
- P8 高熵合金强度与延展性可兼得
- P10 综述：Cryo-EM—从哪里来，到哪里去
- P12 非硅基材料纳米电子器件最新研究成果
- P13 锂电池有望实现超高速充电和超长寿命
- P14 锂电新突破！碳纳米管薄膜让电量提升 3~5 倍
- P15 热缩冷胀，新型金属材料重要进展
- P16 MIT 研发新型窗户隔热膜，可阻隔 70% 热量
- P17 柔性装置可在身体任何部位精确测量血氧水平
- P18 模拟光合作用，浙大首次研制出转化率达 10% 的敏化太阳能电池
- P19 仿生电子皮肤研究取得重要进展
- P21 中科大等在二维材料方面重要进展

材料动态

- P23 用二氧化碳合成新型生物降解塑料并实现量产
- P24 中国“最强碳”即将“沈阳产”
- P25 哈工大攻克国际难题，摘下火箭上的“王冠”
- P26 德国人把铝和碳纤维连接起来了

高等教育

- P26 创业 or 学业？课堂教学仍是高等教育的核心

材料课堂

- P28 合金强化机制到底有哪些

主办：太原理工大学
材料科学与工程学院

主编：王晓敏

副主编：乔璐威 程伟丽

责任编辑：贾 兰

出版日期：2018 年 11 月 20 日
(第 007 期)

仅供内部参阅，正式引用时请
自行核实

复旦大学发现一种新型二维材料

(Gate-tunable Room-temperature ferromagnetism in Two-dimensional Fe₃GeTe₂)

日前，复旦大学物理学系张远波教授团队在二维磁性材料领域取得重大突破——发现了一种新型的磁性二维材料 Fe₃GeTe₂，为研究二维巡游磁性提供了一个全新的理想体系。此外，通过锂离子插层调控，研究团队在 Fe₃GeTe₂ 薄层中获得了室温以上的铁磁转变温度，为未来基于这种材料研发超高密度、栅压可调且室温可用的磁电子学器件提供了新的可能性。研究成果于 10 月 22 日发表在《Nature》上。

近几年，磁性二维材料成为了新的研究热点。最新的相关研究中，研究人员采用了绝缘的层状磁性材料 Cr₂Ge₂Te₆ 和 CrI₃ 作为研究对象，利用光学的手段探测到了材料中的二维磁性。但这些材料都是绝缘的，而且铁磁转变温度远低于室温，在电子学器件的制备和应用上有很大的阻碍。

张远波团队采用了金属性的层状材料作为研究对象，发展了一种新的样品解理方法——利用氧化铝和 Fe₃GeTe₂ 之间强的粘附性以及较大的接触面积来制备单层样品。这种方法制备效率高，解理能力强，还将为有效解理与 Fe₃GeTe₂ 解理难度类似的其他层状材料提供新的方法和研究思路。正是新的解理方法的发现，才使得科研团队能够进一步研究这种磁性二维材料的电输运性质。

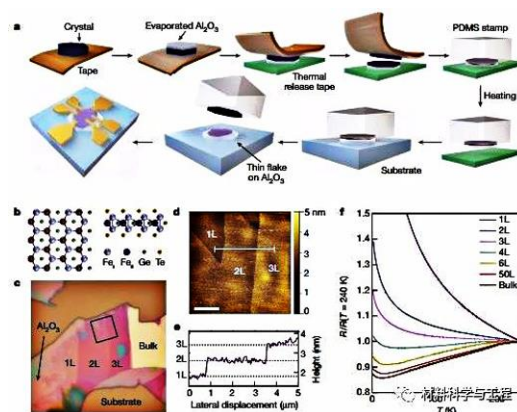


图 1 a: 单层 Fe₃GeTe₂ 的原子结构。b: 利用氧化铝的新型机械解理法示意图。c: Fe₃GeTe₂ 关于厚度和温度的相图。d: Fe₃GeTe₂ 薄层的室温磁性。

本次研究发现的新型的磁性二维材料 Fe₃GeTe₂，将为科学家们未来基于这种材料研发超高密度、栅压可调且室温可用的磁电子学器件提供一种可能，而新发现的二维材料解理方法将为未来二维材料的研究拓展新思路。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-10-29

MOF 选择性分离乙烷/乙烯

(Ethane/ethylene separation in a metal-organic framework with iron-peroxo sites)

太原理工大学李晋平和美国德州大学圣安东尼奥校区陈邦林、美国国家标准与技术研究所 Wei Zhou 等团队合作，发现含有铁-超氧位点的 MOF 对乙烷的吸附能力比乙烯更强，并实现了在室温和正常压力下的高效分离，该研究工作发表在《Science》上。

乙烯是石油化工产业的核心，全球年产量过亿吨，其产品占石化产品的 70% 以上，在国民经济中占有不可忽视的重要地位。在乙烯生产过程中，往往需要通过低温工艺分离乙烷来实现提纯，这一工艺耗能巨大。近年来，以 MOF 为代表的多孔材料膜在乙烷/乙烯低能耗高选择性分离领域取得了诸多重要进展。这些材料大多对乙烯具有更强的亲和力，然而，由于乙烯量大，乙烷量少，对乙烷的吸附可以使整个膜分离效果更加高效。

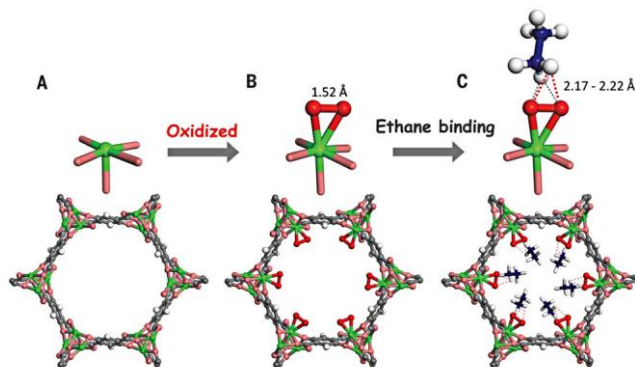


图 1 中子衍射确定结构

研究人员根据前人经验制备出 $\text{Fe}_2(\text{O}_2)(\text{dobdc})$ 这种微孔 MOF，中子衍射研究和理论计算研究表明，Fe-超氧位点对乙烷具有优先吸附作用。在室温室压条件下分离乙烷/乙炔混合物，研究人员一次性得到了纯度高达 99.99% 的乙烯（聚合物级），产量较大，能耗较低。该设计思路不仅巧妙的实现了“乙烯-乙烷吸附反转”，也制备出迄今最高效的乙烷选择吸附剂，对不同浓度的乙烷/乙炔混合物一步分离得到聚合级乙烯。更重要的是，这种简单巧妙的思路可应用于其他 MOFs 中，为乙烷/乙炔分离吸附剂的选择开辟出一条新途径。

总之，这项研究为通过吸附位点调控来增强乙烷/乙炔选择性分离提供了全新的思路，进一步推动了 MOF 在高效、低能耗的工业分离中的实际应用。

—摘编自纳米人公众号 2018-10-26

华科绿色照明重要进展

(Efficient and stable emission of warm-white light from lead-free halide double perovskite)

11月8日,《Nature》刊发了武汉光电国家研究中心的唐江教授团队与美国托莱多大学的鄢炎发教授合作论文“高效稳定非铅卤化物双钙钛矿暖白光”。

相较于传统照明,基于 GaN 基发光二极管激发荧光粉的半导体照明技术具有节能、环保、光效高、寿命长、应用范围广等诸多优点,是当前照明市场的主流技术。其不足之处是照明中的蓝光成分过多,容易对人眼特别是儿童的视网膜造成不可逆伤害;同时大部分荧光材料都依赖战略性稀土材料为原料。因此,需要开发新一代的新型单基质白光荧光粉,避免“蓝害”和稀土元素的使用,实现绿色照明。

唐江教授课题组创新性地引入钠离子合金化并掺杂痕量 Bi 制备出 $\text{Cs}_2(\text{NaAg})\text{InCl}_6: \text{Bi}^{3+}$, 通过组分调控和工艺优化,获得了最高发光效率达到 86% 的单基质白光荧光粉。实验表征结合理论计算证实了该荧光粉的 STE 发光机理,同时揭示其荧光效率提高的主要原因。此白光荧光粉还展现出优异稳定性:未封装的条件下, $\text{Cs}_2(\text{NaAg})\text{InCl}_6: \text{Bi}^{3+}$ 荧光粉在热台上 150 °C 加热 1000 小时,或者被紫外 LED 激发以 5000 Cd/m^2 发光强度工作 1000 小时,其发光效率和白光特性几乎没有衰退。

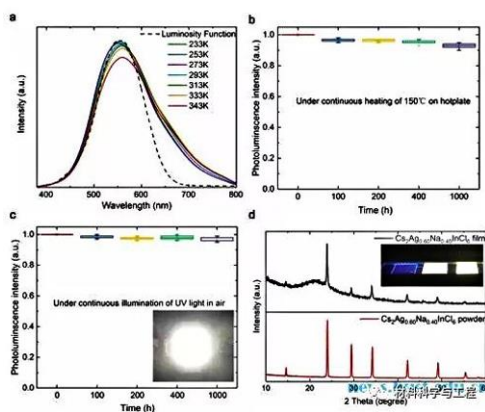


图 1 $\text{Cs}_2(\text{NaAg})\text{InCl}_6: \text{Bi}^{3+}$ 白光荧光粉发光特性

总之,本工作阐释了非铅双钙钛矿 $\text{Cs}_2\text{AgInCl}_6$ 中自限域激子的发光特性,创新性的通过 Na^+ 合金化和 Bi^{3+} 痕量掺杂实现了高效稳定的单基质白光发光,不仅为非铅钙钛矿发光材料的研究指明了一条道路,其制备的单基质白光荧光粉具有简单易制备、稳定且高效的优势,有希望在绿色照明方面实现产业化应用。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-11-10

无中生有！自然界不存在的全新材料

美国华盛顿大学医学院生物化学教授戴维·贝克带领的团队首次从头开始，设计和制造出自组装蛋白丝。这些蛋白丝是相同的蛋白质亚基自发结合在一起形成的长的螺旋状线状结构。该研究将有助科学家更好地了解天然蛋白丝的结构和力学特征，并制造出自然界中不存在的全新材料，包括媲美或超过蜘蛛丝强度的人造纤维以及纳米级电路等，该成果已发表于《Science》上。

在自然界中，蛋白丝是活细胞中若干结构和运动部分以及许多身体组织的必要组成部分。这些结构和组织包括让细胞形成特定结构的细胞骨架、协调细胞分裂的细胞微管，以及我们体内最常见的蛋白质——胶原蛋白等。为设计出这种新蛋白丝，贝克实验室开发的名为“罗塞塔”（Rosetta）的计算机程序，该程序可以通过蛋白的氨基酸序列预测其形状。他们用“罗塞塔”设计出了一种小蛋白，其表面有氨基酸，可使它们相互锁定，从而自我组装成螺旋状的蛋白长丝。研究人员称，借助这一方法，“我们最终能设计出可像乐高积木一样拼合的蛋白质”。

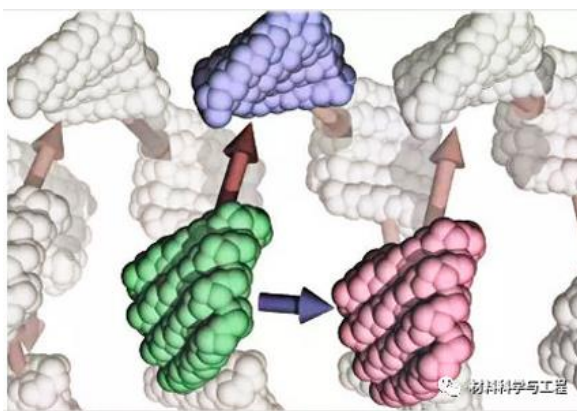


图1 蛋白丝结构示意图

新方法设计出的蛋白相对较小，仅由 180 至 200 个氨基酸组成，长度仅约 1 纳米，但可组装成长度超 1 万纳米的稳定长丝。研究还证明，通过修改设计出的蛋白在溶液中的浓度，并添加抑制蛋白结合能力的添加物，可驱动细丝生长或解散。贝克说：“对细丝形成动力进行编程的能力将使我们深入了解自然界中的蛋白长丝如何组装和解开。这些蛋白非常稳定，可作为易于修改的支架，应用于从新型诊断测试到纳米电子设备等各种领域。”

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-11-19

梯度纳米孪晶实现超级强化

(Extra strengthening and work hardening in gradient nanotwinned metals)

最近，中国科学院金属研究所卢磊研究员课题组和美国布朗大学高华健教授研究组合作报道梯度纳米孪晶实现超级强化的最新发现及其原子尺度机制，该成果2018年11月2日在线发表在《Science》上。

自然界中梯度结构无处不在。近来，微观结构梯度的概念被越来越多地应用于工程材料中。然而，受限于体相梯度材料的制造方法，对于结构梯度和力学行为之间的构效关系的理解，还不甚明了。

有鉴于此，中科院金属所卢磊课题组和布朗大学高华健课题组合作，通过电化学方法引入梯度纳米孪晶，在金属铜中成功构建了结构梯度，实现了强度和硬度的同时增强。研究人员利用直流电解沉积技术，通过调节电解液温度，实现孪晶片层厚度和晶粒尺寸沿样品厚度的梯度变化，获得结构梯度定量可控的纳米孪晶铜材料。随结构梯度增加，梯度纳米孪晶铜强度和加工硬化率同步提高；结构梯度足够大时，梯度材料的强度甚至超过了梯度微观结构中最强的部分。这种独特的强化行为在其它均匀、非均匀微观结构中均未观察到。

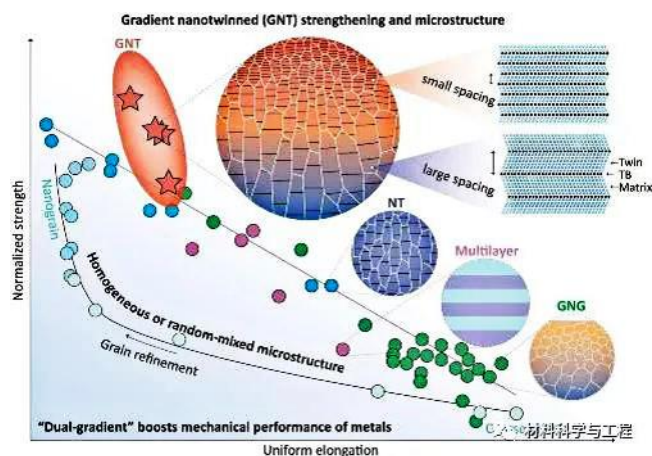


图1 梯度纳米孪晶结构引起金属材料的额外强化和塑性。

研究人员认为，这种独特的力学行为来源于几何必要性位错产生的独特图案，这些超高密度的位错抑制了滑动行为，产生塑性变形，导致额外强化和加工硬化。总之，这项研究展示了梯度纳米孪晶结构在不同尺度上的重要性，为下一代高性能金属的研究带来了新的思路和借鉴。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-11-07

高性能液晶高分子的 3D 打印

(Unmasking chloride attack on the passive film of metals)

近期瑞士苏黎世联邦理工学院 (ETH Zürich) 的 Kunal Masania、Theo A. Tervoort 和 André R. Studart 等研究者在《Nature》上报道了一种通过 3D 打印技术获得兼具高韧性、高刚度和高强度的可回收轻质聚合物结构的方法。

高性能聚合物 (包括复合材料) 有着重要的应用价值, 因而也一直是聚合物研发的重点难点。纤维增强高分子作为一种轻质刚性材料, 广泛用于飞机、汽车以及生物医用设备中。然而它们的生产一直属于高能耗、劳动密集型产业, 并且得到的产物脆且难以塑形和回收。相比之下, 自然界中的轻质材料, 例如骨骼、蚕丝和木材, 通过导向自组装形成复杂的分级结构, 从而表现出优异的力学性能, 并且能够在自然界中循环再生。

过去 3D 打印的高分子材料虽然能够方便地实现复杂、精细的结构, 但其力学性能往往较差, 这是因为在微观上材料中的分子没有取向。用液晶高分子 (liquid crystal polymer, LCP) 进行 3D 打印原则上可以克服这个困扰, 然而过去的将液晶高分子和 3D 打印结合的尝试虽然保留了 3D 打印实现复杂结构的优势, 但得到的材料的杨氏模量依然比高性能的液晶纤维低三到四个数量级, 这是因为对分子的取向依然没有实现很好的控制。在这篇近期的工作中, 作者充分利用芳香族热致液晶聚酯的特点——在温度高于材料熔点的条件下可自组装形成高度取向域, 在 3D 打印的熔融并挤出过程中使之取向, 从而打印出了高性能的液晶高分子。

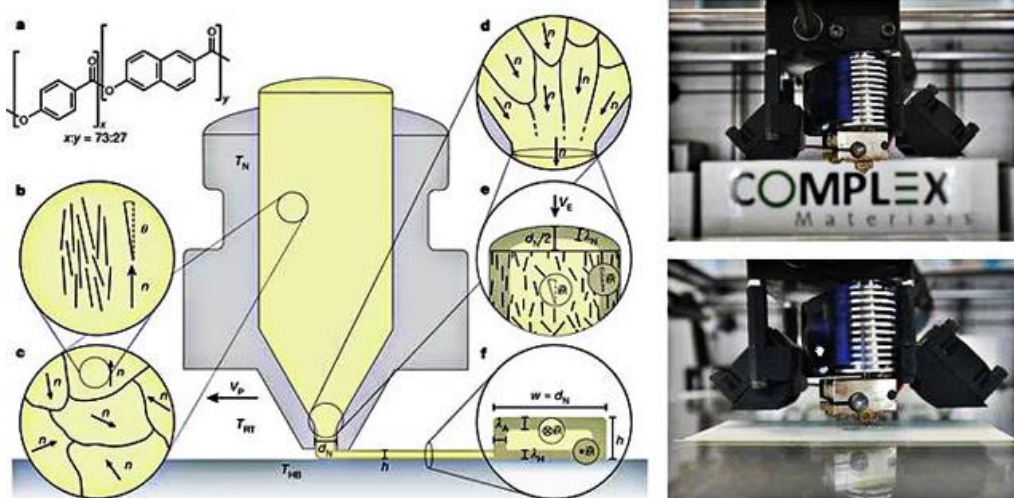


图 1 3D 打印熔融热致液晶芳香聚酯原理及打印机实物。

有趣的是，在打印形成的纤维中，靠近表面的聚酯由于散热较快，液晶取向得以固定下来，而靠近核心的区域由于温度较高，液晶向列有较多的时间可以回到无序的状态。这使得打印出的纤维从取向程度上可以认为是一种“核壳结构”纤维。核壳中不同的取向程度使得它们具有不同的力学性能，在某种条件下，较脆的壳发生了断裂，而核依然是完好的，产生“藕断丝连”的效果。可以预期，随着纤维半径的增加，壳的比重越来越少，也就是取向得以保留的区域占整体的比例越来越少。在下图 b/c 中，纤维尺寸增加，但偏光显微镜下发亮的部分一直都只有最外围的一圈。进一步的，纤维整体的“平均”取向度也会随着半径增加而降低，这可以从 X 射线衍射斑的变化中得到验证。

芳香聚酯作为液晶分子的一个优势是得到的纤维能够通过后期的热退火交联在端基之间形成酯键，从而增加分子量，进一步提升性能。对于横向打印的纤维，拉伸强度在热退火 96 小时后提升 2 倍左右。作者随后将研究从单一纤维拓展到复合的纤维。研究发现，当纤维打印的方向与受力方向一致时，能够得到最好的力学性能。同时，包括杨氏模量、拉伸强度以及弯曲模量都可以通过热退火显著的提升。并且，对于打印方向和受力方向垂直的体系，作者发现，热退火改变了复合纤维的断裂模式，使得它能够耗散更多的外力，类似于骨头或软体动物的贝壳。

3D 打印带来的优势毫无疑问是可精确、方便地构建复杂、精细结构。作者制备并对比了几种同样带开口，但有着不同的纤维排列的液晶高分子层压板。在开口附近引入了精确打印的纤维以适配拉伸过程中开口处的应力，可显著提升样品的力学性能（比各向同性的高分子高出 30-55 倍）。这说明，纤维的结构可以根据具体特定的受力情况进行设计。液晶高分子打印线和部件的比刚度、比强度和抗震性能优于现有打印高分子，接近碳纤维增强高分子材料。进一步的，作者打印出了极度复杂同时有优异力学性能的结构。可回收的特性让这种 3D 打印的液晶高分子材料相比于传统的纤维增强高分子材料更具竞争力。

综上，作者注意到热致液晶高分子在 3D 打印挤出过程中的取向以及所形成的独特核壳结构，由此得到具有优异力学性能的纤维，力学性能比目前最先进的 3D 打印高分子材料要高出一个数量级。在单个纤维水平上细致地研究了不同打印条件对 3D 打印出纤维力学性能的影响后，作者深入研究复合纤维的力学性能，并挖掘液晶取向和 3D 打印结合所带来的对局部力学性能的精确控制。这一成果将 3D 打印“自上而下”的自由成形能力与液晶高分子“自下而上”分子取向控制相结合，带来了无数新的可能。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-10-25

高熵合金强度与延展性可兼得

(Enhanced strength and ductility in a high-entropy alloy via ordered oxygen complexes)

北京科技大学新金属材料国家重点实验室吕昭平教授团队打破人们对传统间隙固溶强化的认知，发现间隙原子的添加不仅能提高合金的强度，也能大幅度提高合金的塑性，并提出了一种设计高强度高塑性金属材料的新的合金设计思路。国际顶级学术期刊《Nature》11月14日在线发表了吕昭平教授团队继去年超高强钢后又一突破性研究进展。

金属材料作为航空航天、交通运输、国防装备等国民经济重要领域的骨干材料，其制造加工过程中不可避免的引入杂质，尤其是无处不在的氧。一旦过量的氧掺杂，脆性的氧化物陶瓷相将会大幅度恶化金属材料的力学性能，最终导致其灾难性的脆性断裂。因而，金属的熔炼加工过程中总是尽量避免氧掺杂导致的脆性氧化物相的产生。

氧在合金中另外一种存在状态是以间隙原子的形式存在。在已报道的传统金属及合金中，间隙原子的添加虽可以显著提高合金的强度，但同时也带来塑性和韧性的大幅度降低。这主要是由于间隙原子易于偏聚于晶界、裂纹尖端、位错及其它内部应力源，并导致该区域基体的显著畸变及应力集中，促使局部原子键合的破坏和高度集中的局部塑性变形，最终还会导致灾难性的脆性断裂。

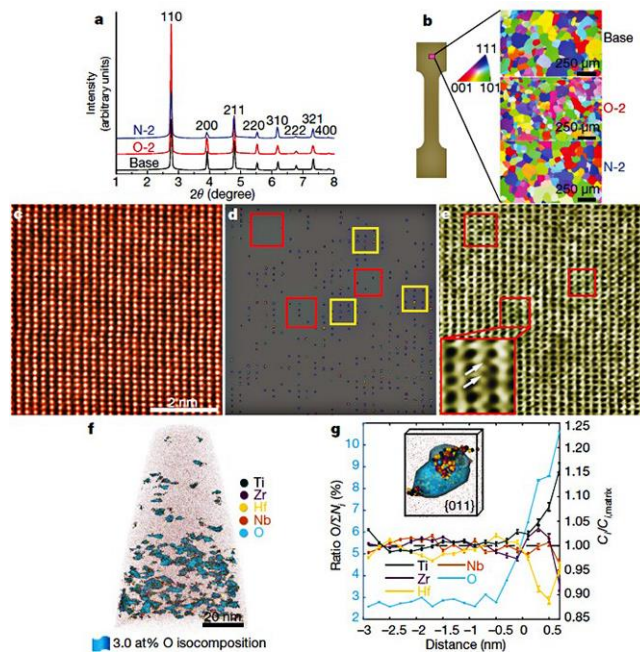


图 1 基体合金、N-2 合金及 O-2 合金的微观组织

吕昭平教授团队以等原子比 TiZrHfNb 高熵合金为模型合金，添加适量的氧，发现间隙原子在合金中存在另外一种尚未被人们所发现的新的存在状态，并将其命名为有序间隙原子复合体，这是一种介于常规随机间隙原子和陶瓷相之间的新的间隙原子存在状态。这一有序间隙原子复合体结构能够显著提高合金的强度和塑性，打破了金属材料强度和塑性不可兼得的魔咒，为科研工作者重新认识间隙强化和有序强化并设计出高强度高韧性金属材料提供了新思路。

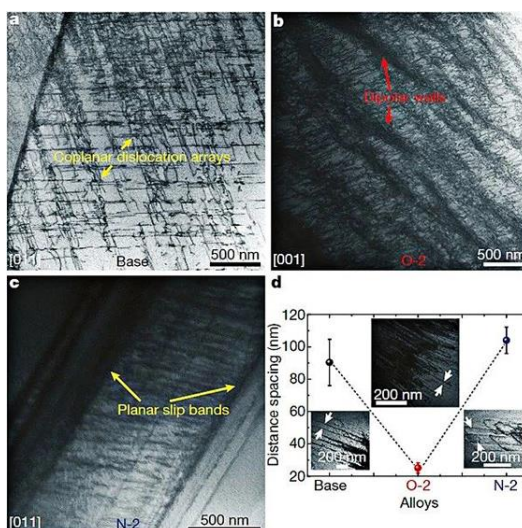


图 2 合金微观变形机理研究

吕昭平教授团队所提出的有序间隙原子复合体应变硬化机制并未涉及到合金的相变或孪晶变形，是一种全新的合金强韧化手段。这一合金强韧化手段为难以通过调节层错能或调控相变实现强韧化的合金体系提供了一种同时提高强度和塑性的新途径。需要指出的是，虽然文章中研究的合金体系为高熵合金，但这一异常间隙强韧化效应却并不只限于高熵合金，在传统的合金中也同样适用。例如，在钛合金中吕昭平教授团队也同样发现了这一现象。同时，文章中虽只报道了间隙氧原子能够同时提高金属材料的强度和塑性，然而，选择合适的合金体系或制备工艺，其它间隙原子也同样具有类似的强韧化效果。这就说明，这一同时提高合金强度和塑性的有序间隙原子复合体具有普适性，能够广泛的应用于设计各种高强度高塑性金属材料。

2017年4月10日，《Nature》在线发布了北京科技大学吕昭平教授作为通讯作者的一篇论文《Ultrastrong steel via minimal lattice misfit and high-density nanoprecipitation》，该文基于晶格错配和高密度纳米析出的理念，设计并制备出超高强马氏体时效钢，强度最高达 2.2GPa，还具有很好的塑性（大约 8.2%）。而且由于采用廉价质轻的 Al 等元素代替高成本的 Co、Ti 等合金元素，还能大幅度削减成本。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-11-15

综述：Cryo-EM—从哪里来，到哪里去

(Single-particle cryo-EM-How did it get here and where will it go)

近日，程亦凡博士受邀在 *Science* 杂志发表特别综述，讲述单颗粒冷冻电镜 (Cryo-EM) 的前世今生，以及它未来将走向何处！该篇综述中探讨了过去 40 多年来电镜发展的迷人故事，深入研究了近期的技术进步是如何以及为何如此具有开创性，最后并简要介绍了该技术未来的发展方向。

物理学家和诺贝尔奖获得者 **Richard Feynman** 曾说，“你只要看到它，你就能回答许多基本的生物学问题！”我们中国人也讲究“眼见为实”！正是为了实现这一目标，结构生物学在整个历史中为许多重大生物学问题作出了不可磨灭的贡献。

结构生物学就是利用生物物理化学等研究方法，在原子水平上解析生物大分子的三维结构及其动态变化，进而解释生物大分子的生物学功能及其工作机制。结构生物学起源于英国剑桥 **MRC** 分子生物学实验室—第一个蛋白质结构血红蛋白和 **DNA** 双螺旋结构的解析均来自 **MRC**，并且都获得了诺贝尔奖—标志着生命科学的研究从那以后进入了分子生物学时代。以后，它还将并将继续促进生物学的发展，为针对众多疑难杂症的药物开发，以治愈疾病或改善病理症状发挥它应有的作用。

结构生物学家三大手段包括 X 射线晶体学，核磁共振(NMR)和电子显微镜(EM)今天，单粒子冷冻电镜已经不再是结构生物学领域的一种互补技术，而是逐渐成为了一种主导技术，以深刻和前所未有的方式改变结构生物学领域，促进并引领着重大新发现。2017 年诺贝尔化学奖授予了三位杰出的生物物理学家，**Jacques Dubochet**、**Joachim Frank** 和 **Richard Henderson**，以表彰他们在 Cryo-EM 中的推动性贡献。当然，在冷冻电镜的开发、应用，以及推广到被广泛接受的过程中，除了这三位大咖，还有其他的很多人在其中做出了不可磨灭的贡献，比如说 **Robert M. Glaeser** 教授、程亦凡博士、**Sjors Scheres** 博士等在技术的开发，国内的施一公、颜宁、柳振峰等老师在技术的应用推广上等。

将单粒子 cryo-EM 从低分辨率提升到原子结构测定的突破技术是直接电子检测相机 (DD) 的引入。2013 年，程亦凡博士与 **David Agard** 把 DDD 用于冷冻电镜单颗粒电镜图像记录。DDD 直接记录电子信号，无需进行电子-光学信号转换，保持了原始信号的强度，降低了点扩散效应。同时，冷冻电镜图像能够被记录为一堆电影帧，每个电影帧都在短时间内被记录。由于速度快，也能减少了样品漂移产生的图像模糊，提高电镜图像的分辨率。用 DDD 相机记录的图像可以保持高频信号确定高

分辨率结构，保持低频信号用于图像对准所需的对比度（图 1, B 和 C）。因此，用 DDD 纪录的图像分辨率高、信噪比高、信号强、读出速度快，解决了一直限制 cryo-EM 发展中的两个最困难的问题，使得许多生物大分子复合物可以以原子分辨率重建 3D 密度图。

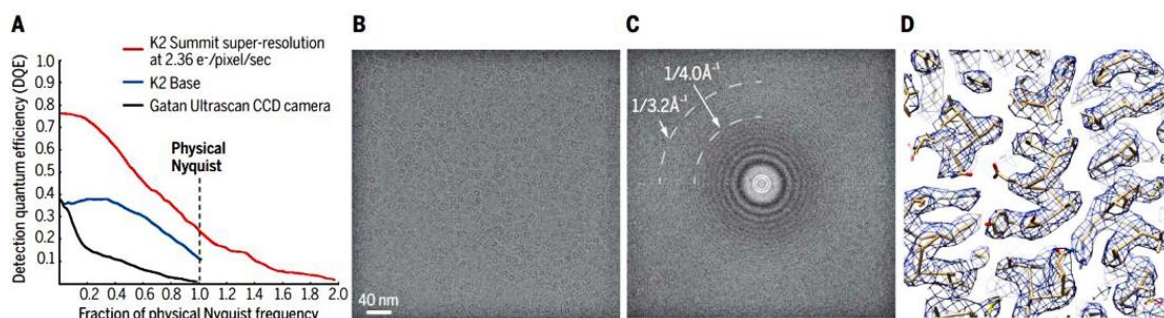


图 1 直接电子检测相机促使原子结构的解析

从技术上讲，单粒子 Cryo-EM 是一种相当复杂和繁琐的技术。每次重建都需要大量高质量的 EM 图像。幸运的是，早期就认识到这个问题的 Carragher 和 Potter 博士开发了高质量自动化数据方法。电镜本身也发展成为更适合自动数据采集的设备。现在，许多 Cryo-EM 设施的运行方式类似于 X 射线同步加速器光束线站——由一些训练有素的科学家支持。在这些设施中，经过最少培训的普通用户也可以使用自动程序获得高质量的 EM 数据，甚至可以远程获取。

随着许多新技术的开发，单粒子低温-EM 继续快速发展。也还有很多方面还可以继续提升。主要集中在以下几个方面。一、继续优化图像的对比度，或者在其他方面取得突破，使得 Cryo-EM 更加广泛的用于研究非常小的蛋白质，以及具有不规则形状的更动态的复合物或组件。第二、开发一种新的样品制备技术，减少微升到纳升所需的样品总量。第三、使更容易达到接近 2 Å 及以上的分辨率，提高稳健性和通量。一旦可以可靠地实现非常高的分辨率，制药公司将能够很容易的使用 EM 来加速基于结构的药物发现。

如果继续推动这项技术的发展，那么单粒子冷冻电镜还可以提供超越结构测定的进一步生物发现。如前面所说，理论上，图像分类可以将包含不同构象或组成的 EM 数据集分为多个类，每个类对应于不同的功能状态。通过在特定时间点冻结低温 EM 网格，可以以时间依赖的方式得出结构信息。因此，可以在完整的原子细节中逐步理解和分解生物大分子复合物的复杂循环过程。将来，也可以通过直接从细胞原位研究生理和病理中的生物大分子状态，即电子低温断层扫描（Cryo-ET）技术，将结构生物学引入“原位结构生物学时代”。

—摘编自 BioArt 公众号 2018-10-24

非硅基材料纳米电子器件最新研究成果

近日，国际顶级期刊 Science Advances 与 Nature Communications 分别发表了西北工业大学关于非硅基材料纳米电子器件方面的最新研究成果，西北工业大学材料学院李铁虎教授与国家纳米科学中心鄢勇研究员共同指导的博士研究生赵星为两篇文章的第一或共同第一作者。

二极管是最“古老”、最简单、最常用的一种电子元器件，广泛地应用于微电子、能源、射频以及光学等领域。现阶段二极管通常采用硅、锗等无机半导体材料构建。然而，传统的硅基材料组成单一，难以实现多种功能的集成；缺乏柔性，难以集成到柔性基底上。因此，鉴于电子元器件多功能化的需求与应用电子技术的发展趋势，非硅基材料越来越受到研究人员的关注。

在长期研究的积累上，赵星博士所在研究团队将目光聚焦到无带隙的非半导体材料金属纳米颗粒体系中，通过器件结构的创新，实现了金属纳米颗粒二极管的构建。即采用碳纳米管/石墨烯复合薄膜与金薄膜作为不对称电极对，带电金纳米颗粒作为活性层，利用两个电极特征电容值的差别，创造偏压下的不对称电荷分布，从而实现整流效应。同时，研究团队将其集成到矿石收音机的检波电路中，基于自制的发射、传送装置，实现了音频信号的解调。相关成果发表在近期的《Science Advances》上。

随后，同样是在无带隙的石墨烯二维材料上，通过石墨烯的功能化实现二极管的构筑。该二极管的设计受到了传统半导体 pn 结的启发，将两层带有相反电荷的功能化的氧化石墨烯薄膜面对面接触，可迁移的对离子在熵驱动下由于浓度梯度相互扩散，从而在界面处建立内建电场，调控电子的不对称输运。同时，该石墨烯二极管采用了高导电率的单壁碳纳米管作为电极，实现了全碳材料 pn 二极管的构筑。另外，该二极管具有一定的透光性，可以集成实现逻辑输出，并且可以制备在柔性基底上等优点，相关成果以“All carbon materials pn diode”为题发表在近期的《Nature Communication》上。这些工作为新型电子器件的设计、开发以及电子元器件的多功能化提供了一些思路，也丰富了电子元器件材料的可选择性。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-10-20

锂电池有望实现超高速充电和超长寿命

(A Hierarchical Silver - Nanowire - Graphene Host Enabling Ultrahigh Rates and Superior Long - Term Cycling of Lithium - Metal Composite Anodes)

近日，南开大学梁嘉杰课题组、陈永胜教授课题组与江苏师范大学的赖超课题组，成功制备具有多级结构的银纳米线-石墨烯三维多孔载体，并负载金属锂作为金属锂复合负极材料，相关成果发表在《Advanced Materials》。

金属锂本身由于其极高的比容量和极好导电性，对于未来的高能量密度、高倍率电池来说，是一种极具潜力的负极材料。但是金属锂电池的发展严重受制于锂枝晶的产生。枝晶不仅会断裂导致电池容量衰减，还可能刺透隔膜使电池短路引发严重安全问题。随着便携式电子设备及电动汽车的快速发展，人们除了追求锂电池的大容量和充放电速度外，更关心的是锂电池的安全性。

近年来，也有不少相关研究在锂负极材料的设计合成上取得重要突破，但是仍然无法抑制金属锂在大电流密度充放电下枝晶生长以及电极体积膨胀的问题，因此依然难以实现锂电池的长寿命、大容量的“快充快放”。“把金属锂沉积到具有三维网络结构的多孔集流体中构建金属锂复合负极材料，是目前解决上述困难的有效途径之一。”梁嘉杰说。

基于此认识，三课题组首先提出了实现超高电流密度及超长循环寿命的理想金属锂负极三维载体的材料选择及优化的五点基本要求，包括：与金属锂具有等于零或者接近零的结晶过电势；具有连续的超高导电性；具有大的比表面积以及均匀分布的导电结构；具有优异机械强度和电化学稳定性的多孔结构；具有优异的机械韧性。在此基础上，他们利用石墨烯宏观体三维网络作为机械骨架，银纳米线二维网络作为导电结构，通过低成本，与工业化生产相兼容的涂布-冷干法，制备具有多级结构的银纳米线-石墨烯三维多孔载体，并负载金属锂作为金属锂复合负极材料。

经测试，该金属锂复合负极材料的比容量可达 2573 mAh/g；对称电池测试中，首次实现在极高的电流密度 40 mAh/cm² 下反复充放电 1000 周以上，并且过电势低于 120 mV。通过电镜观察可以看到，该多级三维结构载体即使在极大电流充放电的循环条件下，仍能成功抑制金属锂负极中锂枝晶的生长以及电极体积的变化。该团队进一步与 NCM523 正极材料组装了具有优异的倍率性能以及高倍率循环稳定性的全电池。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-10-27

锂电新突破！碳纳米管薄膜让电量提升 3~5 倍

(Suppressing Li Metal Dendrites Through a Solid Li-Ion Backup Layer)

莱斯大学的科学家们，将碳纳米薄膜引入用沥青制成的锂金属电池，用于涂覆电池的锂金属阳极，可以更有效地浸没晶枝，能够较市售产品存储 3~5 倍的电量。该研究工作发表在《Advanced Materials》上。

锂电池的技术发展，已经多年没有取得突破性的进展。究其原因，是难以在提升容量密度的同时，保证材料安全、稳定、快速地重复充放电。导致衰减的罪魁祸首，就是微观结构上的锂晶枝。这些尖锐的针状结构，可能会刺破电芯的隔膜，导致短路、甚至起火。限制其增长的一种方法，就是控制电池的充电速率。好消息是，莱斯大学的科学家们，已经找到了一种让当前广泛使用的锂离子电池容量成倍提升的好方法。早在去年的时候，该研究团队就已经开发出了一种用沥青制成的锂金属电池。它的充电速度更快、且对晶枝的形成有更强的抵抗力。现在，研究团队更进了一步，将碳纳米薄膜引入其中。它被用于涂覆电池的锂金属阳极，用于更有效地浸没晶枝，类似于拿重物压草坪、以抑制杂草。

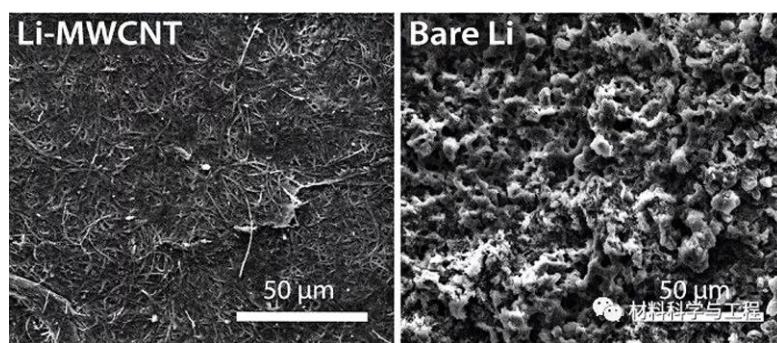


图 1 对比图：右侧为没有碳纳米管薄膜来限制锂晶枝的金属阳极。

这样的改进，并不会限制此类电池的充电速率、甚至放心地运用高倍率充放电。在将新组件部署到去年的沥青-锂电池后，研究人员发现其在超过 580 次循环后，依然能够防止晶枝的生长。此外电池的库伦效率保持在 99.8%，成品也更易于打造。

最终，采用这种新型阳极的电池，能够较市售产品存储 3~5 倍的电量。即便充满后放置一个月，其电荷损失也都可以忽略不计。换言之，它会是一种可靠的长期储能解决方案。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-10-27

热缩冷胀，新型金属材料重要进展

(Good comprehensive performance of Laves phase $\text{Hf}_{1-x}\text{Ta}_x\text{Fe}_2$ as negative thermal expansion materials)

近期，固体所功能材料研究室童鹏研究员课题组在金属负热膨胀（NTE）材料研究方面取得了新进展。研究人员通过调控 Laves 相合金 $\text{Hf}_{1-x}\text{Ta}_x\text{Fe}_2$ 的化学组成，获得了兼具优异热学、力学性能和室温下宽温区、大 NTE 系数的新材料。相关研究成果以全文形式发表于 *Acta Materialia* 上。

大多数固体材料呈现出“热胀冷缩”现象，导致材料尺寸随环境温度变化而变化，严重影响了仪器设计精度和功能，缩短材料与器件的使用寿命。NTE 材料则呈现出“热缩冷胀”现象，将 NTE 材料与通常的正热膨胀（PTE）材料进行复合，可有效抑制 PTE 材料的热膨胀甚至实现零膨胀。但就实际应用而言，负膨胀材料除了需拥有优异的 NTE 性能外，还需要兼具良好的热导率和力学性能。目前已有的 NTE 材料体系难以同时兼顾上述性能。

最近研究人员通过减小 Ta 的含量，成功地将 $\text{Hf}_{1-x}\text{Ta}_x\text{Fe}_2$ 陡变的体积收缩展宽为连续的体积变化，并且将其移动至室温附近，从而获得了室温下宽温区、大 NTE 系数新材料。该 NTE 性能与文献报道的反钙钛矿结构锰氮化物、La-Fe-Si 等金属 NTE 材料相当，与展宽的 NTE 相对应的不再是铁磁-反铁磁转变，而是铁磁-顺磁相变。优良的热学、力学性能使得 $\text{Hf}_{1-x}\text{Ta}_x\text{Fe}_2$ 在调控 PTE 材料的膨胀系数同时，也可以提高基体的抗热震能力和机械性能，使其在精密光学仪器、航空航天等方面具有广泛的应用前景。

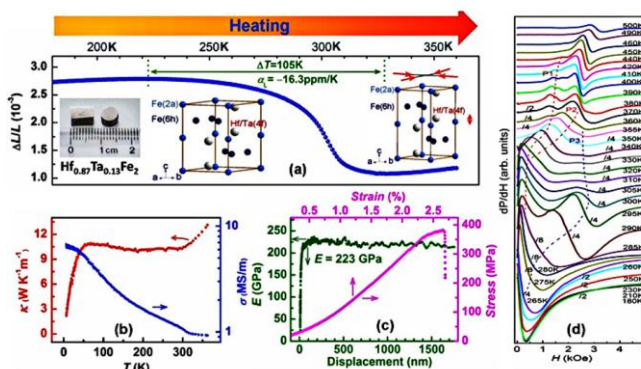


图 1. $\text{Hf}_{0.87}\text{Ta}_{0.13}\text{Fe}_2$ 的线膨胀曲线(a)、热导率和电导率随温度变化关系(b)、压缩强度、杨氏模量(c)以及电子顺磁共振谱(d)。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-10-24

MIT 研发新型窗户隔热膜,可阻隔 70% 热量

(Broadband Light Management with Thermochromic Hydrogel Microparticles for Smart Windows)

11月8日消息,美国麻省理工学院(MIT)研发出一种可以贴在窗户上的隔热膜,其可以阻隔70%的阳光热量,从而降低室温,可以取代普通的空调,减少10%的电费,该研究工作发表在《Joule》上。

在一次试验中,工程师们在两片12×12英寸(约30.48×30.48厘米)的玻璃之间加入了隔热溶液,开发了一种具有薄膜涂层的窗户。他们把光线照射在窗户上以模拟照射进来的阳光。在高温下,薄膜变成了灰白色,并反射了70%的热量。因为这种聚合物材料是热致变色的,会因温度升高而暂时改变颜色。该团队声称,如果建筑物的每一扇朝外的窗户都覆盖上这种热反射薄膜,室内使用的空调成本可能会下降10%。

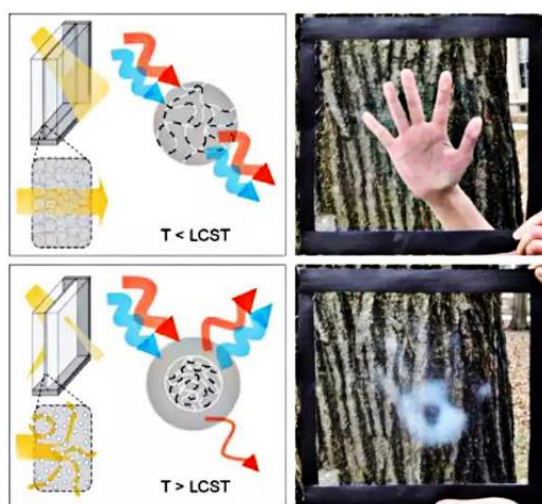


图1 当温度低于 polyNIPAm-AEMA 的临界温度(LCST)时候,材料保持透明,当手与薄膜材料接触后,材料温度逐渐上升,高于材料的临界温度时,薄膜变成不够透明。

当暴露在 32°C (89°F)或更高的温度下,热反射薄膜会收缩并变得不透明。在32°C以下,薄膜是完全透明的,并且不反射热量。人们希望这种材料能得以生产,供家庭和企业夏季使用。麻省理工学院的教授 Nicholas Fang 说:“因为目前市场上的智能窗户要么不能有效地阻挡来自太阳的热量,要么非常耗电。所以我们认为一些低成本高效的光学材料和涂层可能会推动智能窗户的发展。”

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-11-10

柔性装置可在身体任何部位 精确测量血氧水平

(A flexible organic reflectance oximeter array)

加州大学伯克利分校的一支研究团队，研发了一种通过“分析从血液反射回的光线”（而不是穿透），可以在身体的几乎任何部位测量血氧水平的新方法。该研究工作发表在《美国国家科学院院刊》（PNAS）上。

传统血氧计使用 LED 来照射身体的半透明部位，通过皮肤一侧发出的红光与近红外光作为信号源。通过分析穿透身体部位的另一侧光源比率，仪器能够计算出受试者的血氧水平。传统技术的短板是只能在身体的有限部位使用。

新版柔性血氧计采用了交替式的红色 / 近红外 LED，以及多点网格格式的光电二极管阵列。使用时，可以将它放置到身体的任何部位。通过向皮肤发射向下照射的两种类型的光线，该装置能够分析反射回来的两种光的量比。截止目前，该原型已被成功用于测量某位志愿者的前臂、以及另一位志愿者的前额血氧水平。在后一项测试中，志愿者呼吸到的氧气浓度逐渐降低，从而导致血氧浓度也相应下降。结果表明，柔性血氧计能够像传统指尖血氧计那样，准确地计量出变化的水平。

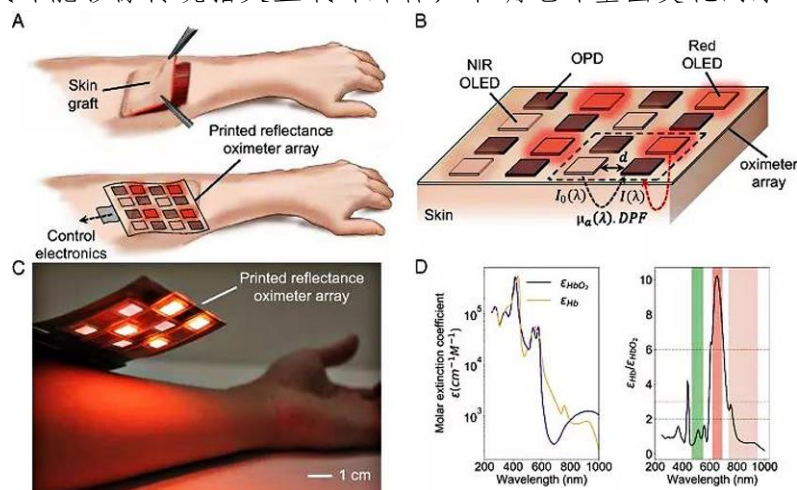


图 1 柔性印刷反射式血氧计阵列（ROA）的操作与概述。

负责这项研究的 Ana Claudia Arias 教授表示：各种医疗应用都将因此而受益，患有糖尿病、呼吸睡眠疾病、甚至睡眠呼吸暂停的患者，都可以在全身任何部位佩戴，以全天候地替他们监测身体的血氧水平。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-11-10

模拟光合作用，浙大首次研制出转化率达 10% 的敏化太阳能电池

(Spatial heterogeneity as the structure feature for structure-property relationship of metallic glasses)

近日，浙江大学化学系王鹏教授课题组与瑞士联邦理工学院 Michael Grätzel 教授课题组合作，在光热稳定的染料敏化太阳能电池研究方面取得了重要进展，首次研制出强耐久且能量转换效率达 10% 的无挥发染料敏化太阳能电池。这一成果以封面论文形式发表于细胞出版社新创立的能源领域旗舰期刊《Joule》上，并已经投入生产使用。



图 1 Joule 当期封面，内容为奥地利格拉茨的科技大厦

染料敏化太阳电池就像人工制作的树叶，只是植物中的叶绿素被敏化剂所代替、而纳米多孔半导体薄膜结构则取代了树叶中的磷酸类酯膜。王鹏教授等人基于前期开发的模型染料 C218，将氰基丙烯酸电子受体用三元苯并噻二唑-乙炔-苯甲酸替代，合成出具有更宽光谱响应的窄能隙有机染料 C268。通过超快发光动力学测量发现，基于 C268 染料的器件具有更大短路光电流的起因在于该染料长的激发态寿命。在此基础上，作者将窄能隙的 C268 染料与宽能隙的染料 SC4 在二氧化钛表面共接枝，获得致密且牢固的混合自组装单分子层，首次实现了能量转换效率达 10% 的无挥发染料敏化太阳电池。该器件在 85 摄氏度老化 1000 小时后，能量转换效率的保有率仍在 90% 以上，展现出良好的应用前景。

这种新型太阳能电池已经进入产业化，在奥地利的第二大城市格拉茨，当地科学城的地标性建筑的屋顶，装设了一千平方米的半透明太阳能电池板；瑞士科技会展中心位于洛桑联邦理工学院校园北部，在彩色的染料敏化太阳电池的装点下，建筑物既富科技感又不失华丽。“未来新型的染料敏化太阳池将拥有更大的市场，比如就欧盟而言，提出到 2025 年新建建筑物能耗自供应能力占到 25%。”

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-11-13

仿生电子皮肤研究取得重要进展

近期，南方科技大学材料科学与工程系副教授郭传飞课题组在仿生微结构柔性电子皮肤领域取得重要进展，研究成果发表在《Advanced Functional Materials》、《Small》、《Advanced Electronic Materials》等国际期刊上。

触觉是生物体表感受器受压力或牵引力作用而引起的，它是生物体从外界环境获得信息的重要手段之一。电子皮肤的研究具有重要意义。例如：穿戴假肢可以帮助肢体残疾人士实现某些操作需求，但市场上的产品尚不具备触觉功能，因此假肢也无法帮助他们实现感知。柔性触觉传感器（电子皮肤）是一种将触觉信号转换电信号的电子器件，在可穿戴电子设备、健康监测、运动监测、智能假肢、人机交互、以及人工智能等领域有着巨大的应用前景。研究已经证明微结构能有效提高柔性触觉传感器的性能，例如微金字塔、微柱结构、微球等已经被用于制备超灵敏的柔性触觉传感器。然而这些微结构通常通过传统的光刻技术、化学刻蚀方法，制备过程复杂、耗时、价格昂贵。制备低成本、简易、高性能的柔性触觉传感器成为当前的一大挑战。

为了降低制备成本、提高器件传感性能，郭传飞课题组从荷叶的超疏水性来源于其表面的微纳米结构中受到启发，用自然材料作为模板来制备表面微结构。取大自然中的植物作为原始模板、复写出植物表面的微结构并喷涂柔性银纳米线电极，构建电容型触觉传感器（Adv. Electron. Mater. 2018, 4, 1700586），该器件具有较高的灵敏度（ 1.2 kPa^{-1} ）、较快的响应速度（36 ms，与人体皮肤响应速度相当）以及较好的稳定性（可重复循环检测 10 万次以上而不产生疲劳），这项工作被评为《Advanced Electronic Materials》月度十大热点论文之一。

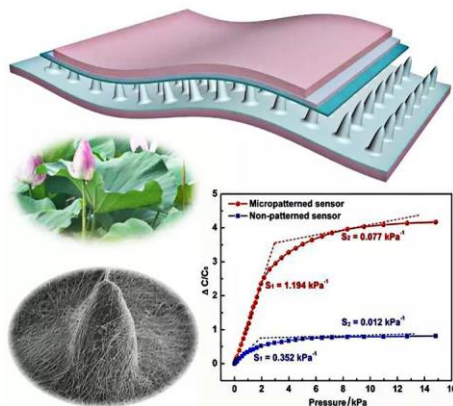


图 1 为基于荷叶微结构的柔性电子皮肤

高灵敏的柔性触觉传感器越来越成为现在的研究热点，为了提升性能，课题组以天鹅绒竹芋为模板，制备了离子凝胶微锥结构阵列用于电容型器件的介电层，其界面双电层有效地提高了器件的灵敏度（*Adv. Funct. Mater.* 2018, 1802343）。实验结果发现，该器件的灵敏度高达 54.1 kPa^{-1} ，是目前文献报道的电容式触觉传感器最高值。此外，该器件还实现了低至 0.1 Pa 的检测限，以及 29 ms 的响应速度，超过了人体皮肤响应速度。

课题组受植物体多孔三维结构的启发，直接利用干燥的自然材料（例如花瓣、叶片）作为电子皮肤的介电层（*Small* 2018, 1801657）。研究表明，新鲜的自然植物材料的离子液和电极之间形成的双电层作用，器件具有较大的电容响应，但随着自然材料干燥水分挥发，器件的性能稳定性较差。通过临界点干燥处理植物材料，材料本身的几何构架不发生改变，所制备的器件性能稳定，具有较高的灵敏度、较低的检测限以及较高的稳定可靠性，能进行运动检测、压力分布测试等。该工作被评为月度热点论文。使用仿生微结构或直接利用自然材料制备柔性触觉传感器，能大大简化制备工艺，降低制备成本，符合可持续发展理念，对构建环境友好型柔性电子体系具有重要意义。

这一系列基于植物模板或自然植物材料的电子皮肤的研究，有效降低了器件制造成本，提高了器件的灵敏度等性能，开辟了一条制备柔性电子器件的新道路。本系列研究中制备的电子皮肤能用于人体健康监测、运动监测、人机交互等，在智能机器人、智能假肢、可穿戴柔性设备等方面有潜在的应用前景。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-11-01

中科大等在二维材料方面重要进展

(Epitaxial growth of ultraflat stanene with topological band inversion)

近日，中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心王兵教授和赵爱迪副教授研究团队与清华大学徐勇助理教授、段文晖教授以及美国斯坦福大学张首晟教授合作，成功制备出具有纯平蜂窝结构的单层锡烯，并结合第一性原理计算证实了其存在拓扑能带反转及拓扑边界态。相关研究成果 11 月 5 日在线发表在顶刊《Nature Materials》杂志上。

类石墨烯结构的 IV 族元素二维晶体材料及其物性研究，是当前凝聚态物理学和材料科学领域的重要焦点。其中，基于元素锡(Sn)的二维类石墨烯晶体锡烯(Stanene)因其具有很强的电子自旋-轨道耦合，被认为是继石墨烯后又一种具有优越物理性质的新型量子材料。2013 年前后理论物理学家们预言，锡烯中由于 pxy 轨道具有远强于 pz 轨道的自旋轨道耦合效应，因此 s-p 轨道的能带反转可以在布里渊区中心打开数百毫电子伏的巨大能隙；更巧妙的是，由于 pxy 轨道是平面内的，所以其拓扑性更为鲁棒，不易受到衬底和吸附物的影响和破坏。因此，锡烯是一种理想的大能隙二维拓扑绝缘体，有望实现室温量子自旋霍尔效应，在拓扑电子学器件应用方面具有重要的意义。

理论同时还预言了锡烯有可能被调控实现拓扑超导态、优越的热电效应、近室温的量子反常霍尔效应等新奇特性质。过去几年中，国内外多个研究组在不同的衬底表面制备了单层锡烯，但由于受衬底影响，这些已制备出的锡烯都具有非平面的翘曲结构且均未表现出拓扑物性。如何制备出具有拓扑特性的锡烯，成为二维类石墨烯材料物性研究亟待突破的重要难题。

经过近三年反复摸索，中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心的王兵教授和赵爱迪副教授带领的实验研究团队与清华大学徐勇助理教授、段文晖教授以及美国斯坦福大学张首晟教授合作，利用低温分子束外延技术成功制备出了具有拉伸晶格结构的单层锡烯。该研究工作首次发现单层锡烯可以表现出与石墨烯完全一致的平面蜂窝状结构，其单胞中 AB 位原子无高度差，形成理想的纯平六角蜂窝晶格，为碳基石墨烯家族添加了锡基成员。

实验中观测到纯平锡烯的化学惰性以及缺陷结构，也证实了其与碳基石墨烯具有诸多相似性，有望为平面蜂窝结构的材料提供新的研究平台。更为重要的是，由于衬底的外延作用，这一纯平锡烯的晶格常数高达 0.51 纳米，故存在因晶格拉

伸导致的 s-p 轨道拓扑能带反转，即具有拓扑特性。超高真空扫描隧道显微学以及角分辨光电子能谱学结果与第一性原理计算的能态结构一致，充分证实了其由于自旋-轨道耦合和拓扑能带反转所导致的拓扑能隙以及拓扑边界电子态。

其中，角分辨光电子能谱结果表明，锡烯由于自旋轨道耦合打开的拓扑能隙约 0.3 电子伏特，远超室温热涨落能量，使其具备应用于近室温的拓扑量子器件的潜质。进一步的理论计算还预言了在纯平蜂窝结构的锗烯和铅烯中也存在类似的拓扑特性，从而构成了一类新型的二维拓扑量子材料家族。

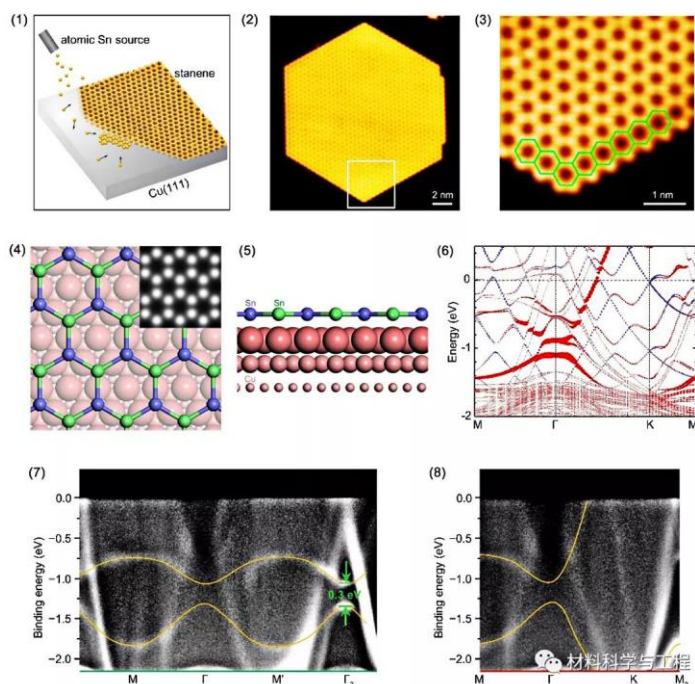


图 1 纯平蜂窝结构锡烯的制备和原子尺度形貌图 (1-3)、结构模型 (4-5)、理论计算 (6) 和实验观测到的电子能带结构 (7-8)

具有拓扑能带反转和大拓扑能隙的纯平锡烯的实验实现，为类石墨烯的拓扑物性研究开辟了一条新的研究路线，将对二维量子材料的研究和应用开发起到重要推动作用。后续拟开展的研究工作将通过优化衬底和增加栅极以隔绝衬底电子相互作用并实现拓扑能隙的调控，为最终制备可实用的室温拓扑器件提供研究基础。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-11-10

用二氧化碳合成新型生物降解塑料并实现量产

中科院长春应化所研究员王献红团队将二氧化碳变“废”为宝，历时二十年时间实现了二氧化碳基生物降解塑料的工业化生产，年产 5 万吨。

二氧化碳是温室效应的主要“元凶”，但又是一种低成本碳资源，以其为原料可以合成二氧化碳基生物降解塑料，降解产物对环境无污染，而且生产成本较低。

自 1997 年起，中科院长春应化所就开始布局二氧化碳基生物降解材料的应用基础研究。“合成二氧化碳基生物降解材料原理上并不难，难点在于如何研发高活性催化剂合成出高分子量二氧化碳基塑料，并通过低成本改性让这种物质达到最优性质。”王献红说。

通过与多个企业开展技术合作，经过反复试验，团队于 2014 年完成了性能优良的高分子量二氧化碳基生物降解塑料工业化工工艺设计。该成果得到了国家自然科学基金委杰出青年科学基金等支持，获得美国专利 2 件、日本专利 1 件、中国发明专利 27 件，形成了完善的自主知识产权。

目前，该二氧化碳基生物降解塑料已经实现量产，工业化生产能力达年产 5 万吨，可用于制备塑料袋、快递包装等。同时，用这种材料制成的地膜，已经过中国农业科学院等科研机构连续 4 年覆膜试验，有望为解决农田地膜残留污染提供新突破口。2018 年以来，研发团队继续努力，为全国 5000 亩农田“穿”上了二氧化碳基生物降解农用地膜，目前农田试验效果良好。

“我们会加大力度进行市场化推广，如果工业化规模达到年产 30 万吨，成本会进一步降低。”王献红说。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-10-21

中国“最强碳”即将“沈阳产”

仅有头发丝十分之一粗细，却比钢强韧 7 至 9 倍，能耐几千摄氏度的高温……它就是高性能碳纤维。10 月 20 日上午，中科北方 SC35 高性能碳纤维产业化示范项目在沈阳化工医药产业园奠基，标志着这项总投资 70 亿元的大项目正式在沈阳落地，意味着高性能碳纤维此前长期依赖国外进口的局面将被打破。

据悉，中科北方 SC35 高性能碳纤维产业化示范项目是辽宁省重大工业项目、沈阳市二十大重点项目之一。该项目一期投资 5.7 亿元人民币，预计 2020 年竣工投产。

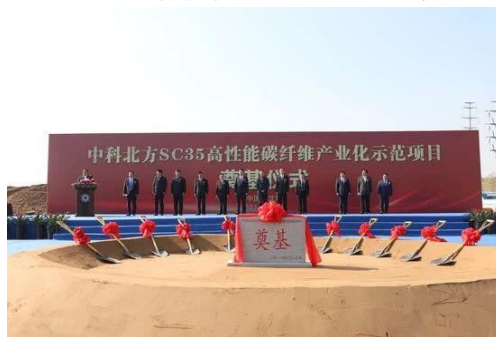


图 1 中科北方 SC35 高性能碳纤维产业化示范项目奠基仪式

高性能碳纤维是一种战略性材料，目前世界上只有美国、日本和瑞典等少数国家可以生产。中国碳纤维市场长期为进口产品所垄断，众多国内厂商面临高昂的进口价格和严苛的技术封锁。

“SC 特种碳纤维集多种碳纤维的优势，是我们自己打造出的特殊环境下的特种‘碳’。”中科北方投资发展有限公司总经理陈华介绍，目前碳纤维市场供不应求，项目刚刚落地，已经有 60 多家下游企业前来商谈合作。

中科北方 SC35 高性能碳纤维产业化示范项目在沈阳规模化投产后，减少了对国外的依赖度，能有效缓解我国高性能碳纤维市场的供应紧张局面，维护国家战略安全。同时，也将为沈阳本地高端制造业提供大量的先进基础材料，对沈飞、华晨宝马、新松机器人等制造企业的新材料应用升级起到支撑作用，对沈阳在新材料产业领域的创新发展，以及促进产业结构调整具有重要意义。

这一重大项目从策划、签约到建设只用了 6 个月，得益于沈阳不断优化的营商环境。铁西区主要领导表示，对于 SC35 高性能碳纤维产业化示范项目，铁西区要用定制化的服务、特色化的服务、保姆式的服务全力支持，做好示范，使其成为重大项目标志性的服务模式。

—摘编自高分子科学前沿公众号 2018-10-22

哈工大攻克国际难题，摘下火箭上的“王冠”

据科技日报 11 月 10 日报道，哈尔滨工业大学苑世剑教授团队提出的双向可控加压流体高压成形新技术攻克了火箭燃料贮箱箱底成形中起皱和开裂缺陷并存的国际性难题，突破国外技术封锁，在国际上首次直接成形出运载火箭直径 3m 级燃料贮箱薄壁整体箱底，成功摘下火箭上的“王冠”。

燃料贮箱箱底被誉为火箭上的“王冠”。因为燃料贮箱是运载火箭的主体结构，由筒体、叉型环和箱底组成，但箱底受力复杂，是影响全箭可靠性的关键构件。美国 NASA、欧空局采用“厚板（50mm 以上）+热旋压制坯+数控铣削”的技术路线来制造整体结构箱底，但是这一办法工艺复杂、制造周期长（约 6 个月）、材料浪费严重（90% 材料被铣掉），且当前美欧等国家大型旋压设备对我国实行禁运。因此我国现役火箭贮箱箱底普遍采用“分块成形+焊接”结构，但这一结构尺寸精度差、废品率高和可靠性低，成为制约运载火箭发展的一个瓶颈难题。

哈尔滨工业大学苑世剑教授团队提出的“双向可控加压流体高压成形新技术”通过控制正向与反向液压载荷，调控压力比，使得坯料变形区处于合理的应力状态，解决了深腔曲面件起皱与破裂并存的难题，突破现有技术的成形极限。该技术颠覆了美国 NASA、欧空局几十年沿用的技术路线，打破了发达国家对我国火箭箱底整体制造技术的封锁和设备禁运。

“我们采用与构件等厚的薄板直接成形出运载火箭直径 3m 级燃料贮箱薄壁整体箱底，这在国际上也属首次。”哈尔滨工业大学副教授刘伟介绍说，这一技术替代传统的多块焊接结构，完全消除焊缝，综合力学性能优于传统焊接结构，可大幅提高运载火箭的可靠性，让生产成本降低 50%、生产周期缩短 2/3，可正式用于火箭型号产品。

为实现该技术在工业上的应用，哈尔滨工业大学流体高压成形技术研究所联合上海航天设备制造总厂、合肥合锻智能制造有限公司等单位，自主研制出超大型板材流体高压成形机，其核心参数为成形力 150MN、高压液体体积 5 立方米。该板材流体高压成形机是目前世界上最大的薄板液压成形机，成形力是此前最大设备（德国 Schuler 公司）的 1.5 倍、高压液体体积是 10 倍。研制该超大型设备最大难题是如何建立 5 立方米高压液体体积。该团队采用多路增压器并联同步控制技术，解决了超大体积高压液体增压与调控难题。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-11-13

德国人把铝和碳纤维连接起来了

据中国航空报讯报道，基于流行的轻质建筑的概念，由轻质金属和纤维复合材料组成的连接件代表了理想的材料组合的方式。在 DFG 研究项目中，德国弗劳恩霍夫研究院先进材料与制造技术研究所与德国法塞尔学院合作，开发了一系列连接铝与碳纤维材料的新技术。通过在碳纤维复合材料构件上加置耐温保护层，可以防止复合材料中的电学腐蚀的发生。同时，这一保护层也确保了牢固的连接性。

纤维复合材料和轻质材料的结合对所有已有的连接技术提出了新的挑战。除了需要保持高的连接强度外，连接本身不应增加任何额外的重量，两种材料都必须防止接触腐蚀的发生。除了粘结或铆接的组合连接方式外，这里提出的混合高压压铸提供了一种新的方法来减轻重量，同时会永久防止接触腐蚀的问题。

在新开发的工艺中，浇注之前，碳纤维材料结构涂覆有高温稳定的塑料（PEEK），直到达到大约 550°C 的温度，PEEK 才会开始显著分解。在后续的铸造工艺步骤中，将碳纤维复合材料组件放入高压铸造模具中，并在 700°C 左右的温度下，在塑料区域内铸造铝。尽管存在温度差异，选择合适的工艺和材料参数，塑料可以集成到高压铸造工艺中，而不会影响塑料的性能。因此，在通过铸造铝部件初始期间，两种材料之间建立了稳定的连接。因此，不需要耗时的加工步骤或接合表面的预处理。为了进一步提高强度，可以在接合区中选择性地制造切口。与粘合剂连接的结构相比，这一过程获得的连接强度有 20MPa。

在汽车、航空航天、风能和体育设备等许多领域以及传统机械结构中，对混合材料的需求很高。对于大需求量生产，需要高效率的系列化制造。

为了满足这些需求，开发团队从飞机制造中选择一个大量安装的支架进行可行性研究。开发团队的目标是进一步开发基于该组件的混合铸造技术，为铝高压铸造提供一个新的工艺窗口，以便能够大量实现碳纤维复合材料和铝之间的混合连接，实现系列化生产。

针对混合铸造领域的研究，德国弗劳恩霍夫研究院先进材料与制造技术研究所所有两个高压铸造设备以及工业系列生产规模的周边设备。有了这些设施，德国弗劳恩霍夫研究院先进材料与制造技术研究所将成为德国铸造技术领域最大的校外研究机构。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-11-15

创业 or 学业？课堂教学仍是高等教育的核心

对目下的大学而言，课堂教学的确需要认真而合理地改进和调整。但这种改进和调整不能以资金大投入的砸钱方式轰轰烈烈地进行，特别是不应该在重要性上说得无限美好，在操作上仍采取行政式的“抓重点”、标准化以及应试教育的陈旧方法。这种让少数人继续中饱私囊的方法，只能让更多的一线教师失去教学的热情和动力。

近日，一段浙江某高职学校创业学院副院长的讲话视频引起了网友的热议。热议的内容主要与这位副院长所举的例子有关。大意是他们学院的一名学生 7 门课挂科，但学院有感于他的“创业精神”，不仅让他如期毕业，还推荐其为浙江省优秀毕业生。

在中国似乎有一个特点，有一些事情非要做到极端，才会引起人们的注意，而等到让人注意到时，已经是正误立判了。因此，这个高职学校创业学院的做法引发网友的批评也是必然的。

有意思的是，面对网友的批评，这位副院长回应说：“在创业学院，我们认为学业好当然是好学生，但是他（她）创业好，我们认为是更好的学生。”

其实，所谓“创业好”本身就是一个模糊的说法。因为创业是一个长期的过程，初期的状态好，不见得后来会成大器；同理，初期的状态不算好，度过了艰难期，很有可能会生机盎然。可见，“创业好”不是一个明确的可以在短期内进行评价的标准。如果按照这个标准，或仅意味着浙江这所高职学校可以给任何一位创业成功人士发文凭，只要他们前来注册。而其后果，则是促使国内大学的文凭彻底的商品化。

在网友的评论中，说得最多的是“学生以学业为主”，这听上去像毕业鉴定里的老生常谈，却触及到了大学教育的核心。需要补充说明的是，这里的“学业”并非抽象的，或者是一个综合的概念，它主要体现在课堂教学中。也就是说，大学教育的核心以前是课堂教学，以后也仍然是。

在大学中，学业与创业并非截然对立，但它们总有一个主次之分。在社会的创业浪潮中，“双一流”大学还凭着自身的底气，没有盲目跟风，但一些三本以下的高职院校就无法淡定，上面提到的浙江某高职学校不过是跟风的典型而已。

这些学校最常见的做法是以创业实绩抵换学分，最高的抵换额达到了 50 个学分。如果以一门课 2 个学分计算，要少上 25 门课，以每门课 3 个学分算，也要少上 17

门课。减去以往的社会实践课程的学分，一名创业的学生至少可以少上 10 门课左右。这还不包括一些高职院校实行的“土政策”——“谈生意可以请假不上课”。

课堂教学关乎知识的积累，没有一定量的知识积累，不仅在知识的全面性上有所欠缺，在整体素养上也必然有所差异。经历正规的全日制大学课堂教学过程的学生，哪怕是时而走神，或并非全力以赴，其审美、气质和行为方式与培训机构或电视大学出身的毕业生也有着明显的区别，就是一个例证。

这一差异来自课堂教学形成的氛围。虽然这几年“慕课”的片面提倡和电化教学手段的过度使用，正在削弱课堂教学中“人”的因素的伸张，冲淡这个氛围，但它的问题出现在管理方式和操作手段上，与氛围本身无关，更不能成为学校任意减课、学生随意翘课的借口。

学生如果执着于创业，完全可以用保留学籍的方式暂时休学，边创业、边读书也应该以遵守基本的教学规范和秩序为原则。7 门课挂科还可以正常毕业，甚至被推荐为省级优秀毕业生，等于是变相地鼓励不重学业者，对于学业成绩优异者则是明显的不公。

以创业抵换学分的政策，其实仍停留在“快乐的大学”的阶段。任何不合理的减量都是退而求其次的，现在它可以减少课堂教学的量来换取一种创业的积极性，以后，随着社会的变化和政策的调整，还可以另外的理由来减少课堂教学的数量。这样无休止地减下去，大学的核心就会被一点一点地瓦解。

对目下的大学而言，课堂教学的确需要认真而合理地改进和调整。但这种改进和调整不能以资金大投入的砸钱方式轰轰烈烈地进行，特别是不应该在重要性上说得无限美好，在操作上仍采取行政式的“抓重点”、标准化以及应试教育的陈旧方法。这种让少数人继续中饱私囊的方法，只能让更多的一线教师失去教学的热情和动力。

而有关创业，比在课堂教学上减量更合理的方式是增量，即在保证原有的教学时数的基础上，另外开设有关创业的选修课程，让能者多劳，感兴趣者进趋。既不影响原有的课堂教学，又给创业者提供相应的知识支撑，这才是一举两得之策。

—摘编自悉尼协议研究院公众号 2018-04-09

为何不锈钢有的带磁性，有的不带

不锈钢是高合金的钢铁材料，含有多种合金元素。按照组织的不同，可将不锈钢分为奥氏体系、铁素体系、马氏体系、双相系和析出硬化系等多种类型。

市面上用得更多的是奥氏体不锈钢，俗称 304，304 是奥氏体不锈钢的代表钢种。奥氏体系不锈钢的加工性、焊接性和耐蚀性均优越，占世界不锈钢消费量约 60%，十分具有经济价值和使用价值，这种不锈钢是不带磁性的。奥氏体系不锈钢的代表钢种是 SUS304 (18Cr-8Ni-0.05C)。SUS304 也是应用最广的不锈钢。晶体结构是 FCC (面心立方)，因为生成加工诱导马氏体，所以伸长率为约 60%。

在日常生活环境中，具有充分的耐蚀性，但为了进一步提高耐蚀性，大多还添加 Mo，最大的缺点是比较容易产生应力腐蚀裂纹。通过增减 Ni 含量等，可以控制加工诱导马氏体生成，也有 SUS301 (17Cr-7Ni) 等兼顾高强度和高韧性的钢种。为了抑制焊接部位的晶间腐蚀，将 C 含量降低到约 0.02%，开发了 SUS304L 和 SUS316L 等 L 型的钢种。此外，近年来，Ni 原料价格的高涨，使成本上升。因此，进行了用 Mn 替换 Ni 的 200 系的 SUS201 (17Cr-4.5Ni-6.5Mn-0.2N) 的利用和高耐蚀性铁系体系 SUS 等节省资源型不锈钢的开发。这种 200 系也是奥氏体不锈钢，也是不带磁性的。

而另一种用得比较多的是铁素体不锈钢，代表性铁素体系不锈钢是 SUS430 (16Cr-0.05C)，是带有磁性的不锈钢，有时被称为“不锈铁”，这种不锈钢虽然带有磁性，但是并不代表会生锈。为了提高耐蚀性、加工性和焊接性，开发了多个钢种铁素体不锈钢。此钢种基本上不含 Ni，所以价格比较便宜，作为普通不锈钢被广泛应用。工业生产的不锈钢 Cr 含量为 11%-30%。SUS430 在热轧工艺的高温区域为 α 相 (铁素体相) 和 γ 相 (奥氏体相) 双相组织，在冷轧退火工艺，进行 α 单相区域的热处理，为铁素体单相组织。还可以通过高 Cr 化和低 C，高温的 γ 相没有，在全温度区域为 α 单相组织。晶体结构是 BCC，伸长率为 30% 左右。深冲性重要的 r 值高。为提高加工性的方法进行了低 C、N 化 (高纯度化) 和添加 Ti、Nb (稳定化) 元素。添加 Ti、Nb 对提高焊接性也有效。铁素体不锈钢多用于建筑，最为常见的是扶手、扶梯、栏杆等，为博人眼球，也有此类不锈蚀钢上标上“304”字样，那就是“李鬼”不锈钢了。

—摘编自材料科学与工程公众号 2018-11-13